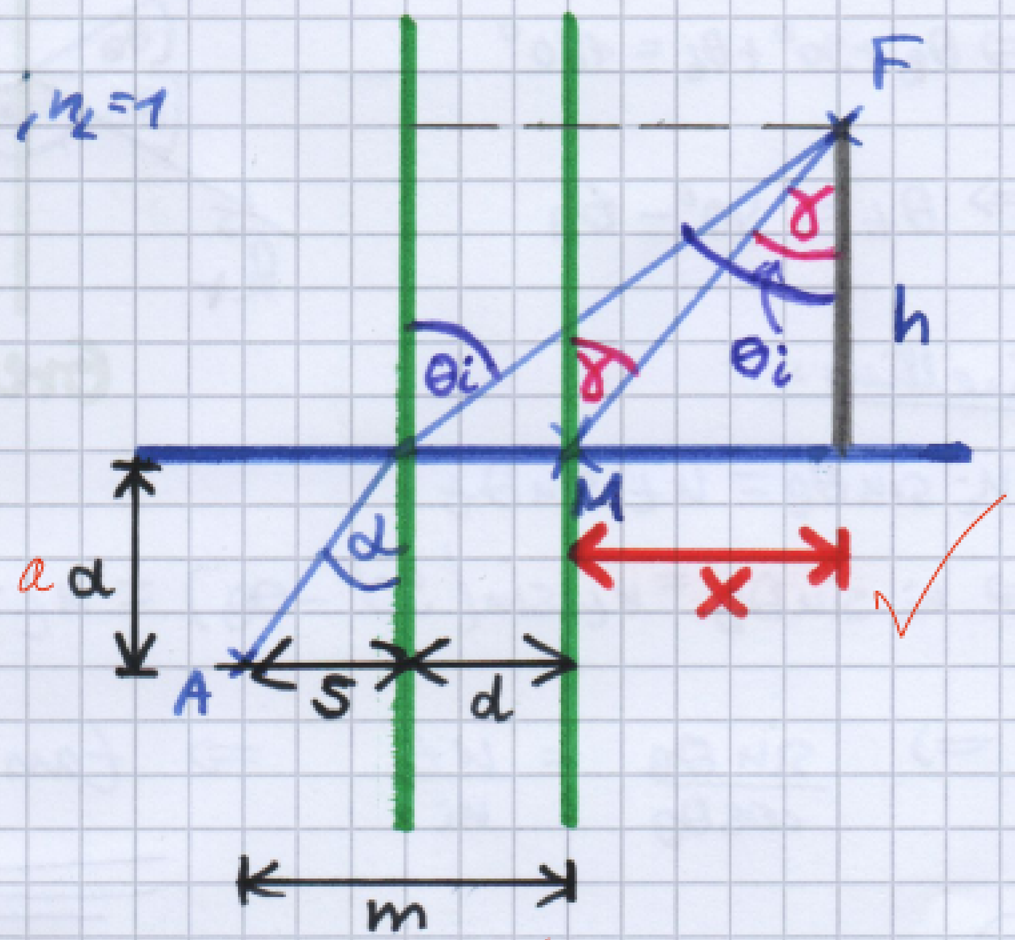
Aufg. 1.

Geg.: $\alpha, m, a, h, n_w, n_L = 1$

Snellius:



$n_i \sin\theta_i = n_w \sin\alpha$

$n_i = n_L = 1$

$\Longleftrightarrow \sin\theta_i = n_w \sin\alpha$

Es gilt:

$\tan\gamma = \frac{x}{h}$ $\Rightarrow x = h\cdot\tan\gamma$

$\tan\theta_i = \frac{x+d}{h}$ $\Rightarrow \tan\theta_i = \frac{h\cdot\tan\gamma + d}{h} = \tan\gamma + \frac{d}{h} = \frac{x}{h} + \frac{d}{h}$

$\Rightarrow x = h\tan\theta_i - d$

$\tan\alpha = \frac{s}{a}$ $\Rightarrow d = m - s$ und $s = a\cdot\tan\alpha$

$m = s + d$

$\Rightarrow \tan\gamma = \tan\theta_i - \underbrace{\frac{m + a\cdot\tan\alpha}{h}}_{=\tan\alpha\ ?}$

Oder:

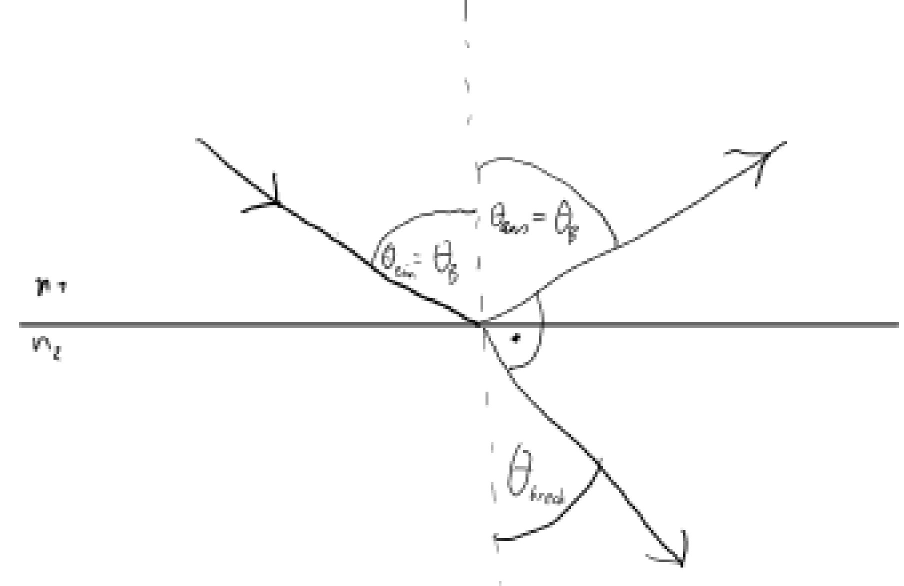
$$\gamma = \arctan\left[\tan\left(\arcsin(n_w \sin\alpha)\right) - \frac{m - a\cdot\tan\alpha}{h}\right]$$

3,5 / 4

$\tan\theta = \frac{\sin\theta}{\cos\theta} = \frac{n\sin\alpha}{\sqrt{1-\sin^2\theta}} = \frac{n\sin\alpha}{\sqrt{1-n^2\sin^2\alpha}}$

(2)

a) Unpolarisiertes Licht, das unter dem Brewster-Winkel auf die Grenzfläche zweier dielektrischer Medien trifft ist nach der Reflexion senkrecht zur Einfallsebene polarisiert, da alle nicht senkrecht polarisierten Wellen nicht reflektiert werden.
Elimination der EW-Anteile des Spiegelstrahls, die parallel zur Spiegelebene polarisiert sind.



$$\theta_{ein} = \theta_{aus} = \theta_B$$ ✓

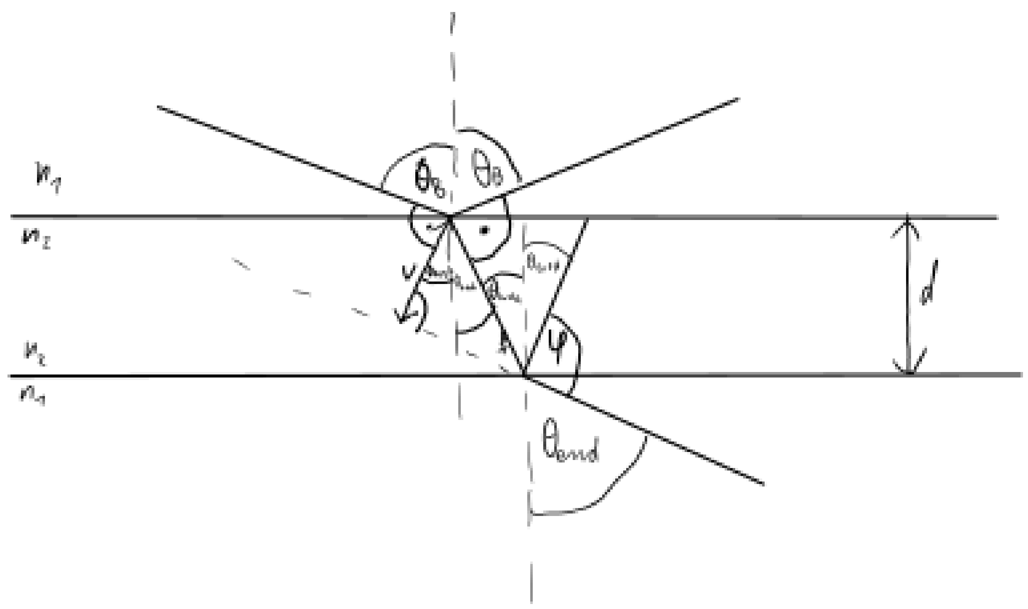
2/2

$$\theta_{brech} = 90° - \theta_B$$

$$n_1 \sin(\theta_B) = n_2 \sin(\theta_{brech}) = n_2 \cdot \sin(90° - \theta_B) = n_2 \cdot \cos(\theta_B)$$

$$\Rightarrow \frac{\sin(\theta_B)}{\cos(\theta_B)} = \frac{n_2}{n_1} \Rightarrow \underline{\theta_B = \arctan\left(\frac{n_2}{n_1}\right)}$$

b)



$$180° = \theta_{end} + \varphi + \theta_{brech} \quad (1)$$ ✓

$$180° = \theta_B + 90° + \theta_{brech} \quad (2)$$ ✓

$$n_1 \sin(\theta_B) = n_2 \sin(\theta_{brech}) = n_1 \sin(\theta_{end})$$ ✓

$$\Rightarrow \theta_B = \theta_{end} \quad (3)$$ ✓

aus (1), (2) und (3)

$\Rightarrow \underline{\varphi = 90°}$ Brewster-Bed. erfüllt :) ✓

$d = 1\,mm$ $\quad n = 1{,}6 = n_2$ $\quad n_1 = 1$

$$f = \frac{d}{\cos(\theta_{brech})}$$ ✓ $\cos\theta_{br} = \frac{d}{f}$

$$\theta_{brech} = 180° - 90° - \theta_B$$ ✓

$$\theta_B = \arctan\left(\frac{n_2}{n_1}\right)$$ ✓

1,5/2

$$V = \frac{f}{\cos(2 \cdot \theta_{brech})} = \frac{d}{\cos(2\theta_{brech})\cos(\theta_{brech})} = \frac{0{,}001\,m}{\cos\left(2 \cdot (90° - \arctan(1{,}6))\right) \cdot \cos\left(90° - \arctan(1{,}6)\right)} = 2{,}69\,mm$$

$\Rightarrow 5{,}17 \times 10^{-4}\,m$

$\cos(2\theta) = \frac{v}{f} \Rightarrow v = f\cos 2\theta$

3) Fall 1: Konstanter Druck P_0

Damit auf beiden Seiten der Druck P_0 herrscht, muss die rechte Seite nach jeder Temperaturänderung ΔT so verschoben werden, dass beide Quecksilbersäulen gleich hoch sind. h_0 ist dann die Änderung der Höhe vom Ausgangsniveau.

$$\Delta V = \frac{nR}{P_0}\Delta T = \frac{\pi}{4}d^2 \cdot h_0 \checkmark$$

$$\Rightarrow h_0(\Delta T) = \frac{4nR}{P_0 \pi d^2}\Delta T$$

$$= 4{,}18 \frac{m}{mol} \cdot n$$

Fall 2: Konstantes Volumen V_0

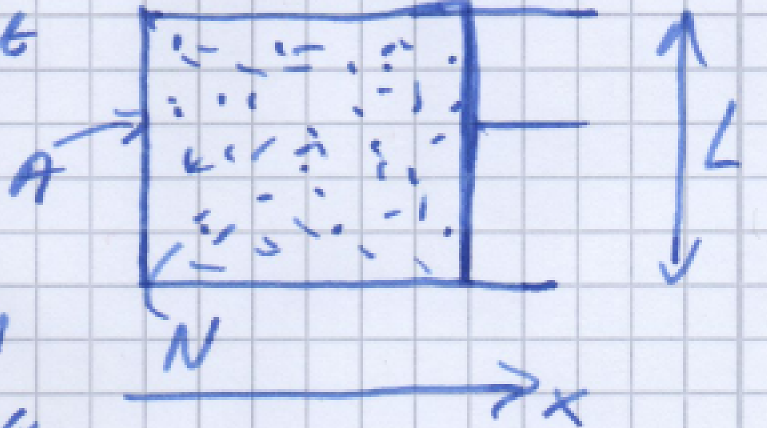
Um das Volumen konstant zu halten, muss die rechte Seite so verschoben werden, dass die Gewichtskraft der Hg-Säule die Druckdifferenz ausgleicht.

$$\Delta P = \frac{nR}{V_0}\Delta T \checkmark = \frac{F_g}{A} = \rho_{Hg} \cdot \cancel{\frac{\pi}{4}d^2}\Delta h \cdot g \cdot \frac{1}{\cancel{\frac{\pi}{4}d^2}}$$

$$\Rightarrow \Delta h(\Delta T) = \frac{nR}{V_0 \rho_{Hg}\, g}$$

$$= 0{,}63 \frac{m}{mol} \cdot n \qquad \text{mit } \rho_{Hg} = 13{,}55 \frac{g}{cm^3}$$

A4 Betrachte einen "Tisch" mit beweglicher Leiste.



4/4

Im Intervall dt stoßen dN_i Teilchen mit Impuls $M_{ix} = mV_x$ auf die Leiste. $\Rightarrow$ Kraftstoß $F_{ix}\, dt = 2 M_{ix}\, dN_i$ (*)

Es gilt: $\frac{dN_i}{N_i} = \frac{1}{2}\frac{dA}{A} = \frac{1}{2}\frac{dx \cdot L}{A} = \frac{1}{2}\frac{V_{ix}\, L\, dt}{A}$ (im Mittel die Hälfte d. Teilchen)

(*) $\Rightarrow$ $F_{ix}\, dt = \frac{L}{A} N_i \frac{M_{ix}^2}{m}\, dt \Rightarrow p_i = \frac{F_{ix}}{L} = \frac{1}{A} N_i \frac{M_{ix}^2}{m}$ $\Leftarrow$ (Isotropie!)

Gesamtdruck: $p = \sum_i p_i = \sum_i \frac{M_{ix}^2}{m} N_i$; $E_{kin} = \sum_i N_i \left(\frac{1}{2}\frac{M_{ix}^2}{m} + \frac{1}{2}\frac{M_{iy}^2}{m} \right)$

$= 2 \sum_i N_i \frac{M_{ix}^2}{m}$

Somit gilt also $p \cdot A = E_{kin} = N \cdot k \cdot T$ ✓